

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
H 0 5 H 1/46		H 0 5 H 1/46	R
C 2 3 F 4/00		C 2 3 F 4/00	A
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数3 F D （全 8 頁）

(21)出願番号	特願平9-364442	(71)出願人	395003523 株式会社フロンテック 宮城県仙台市泉区明通三丁目31番地
(22)出願日	平成 9 年(1997)12月17日	(71)出願人	000010098 アルプス電気株式会社 東京都大田区雪谷大塚町1番7号
		(71)出願人	000205041 大見 忠弘 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301
		(74)代理人	弁理士 福森 久夫

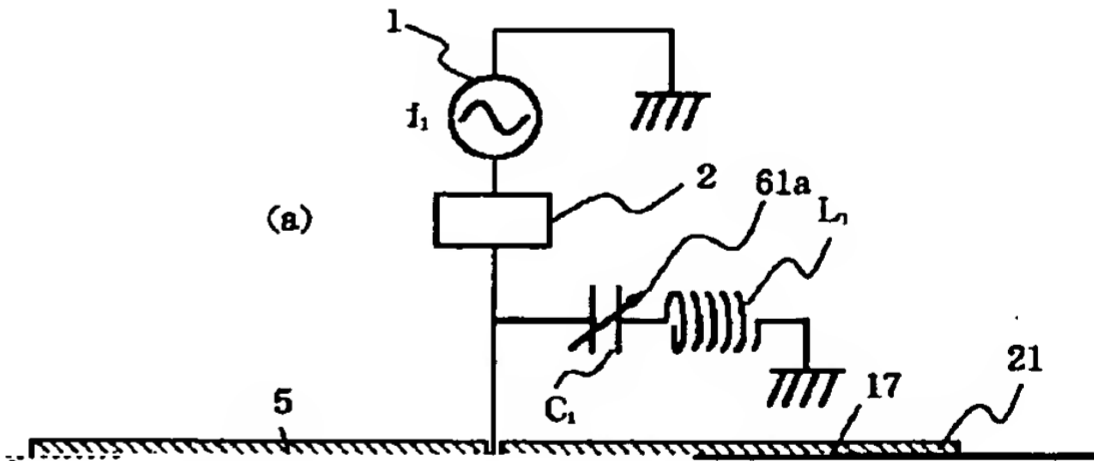
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【要約】

【課題】 使用する周波数に応じて共振回路を取り替える必要がなく、また、共振回路を取り替えることなくチャンバクリーニングを行うことができ、しかも、ベローズを用いずともチャンバ内のプラズマクリーニングが可能であるプラズマ処理装置を提供すること。

【解決手段】 処理室60内にプラズマ励起電極4とサセプタ電極8とを設け、サセプタ電極8上に載置した被処理物16の表面を前記プラズマ励起電極4とサセプタ電極8との間に発生させたプラズマにより処理する際、少なくともサセプタ電極8および処理室10からなる立体回路と直列共振させてプラズマ励起電極4とサセプタ電極8との間にプラズマを閉じ込ませ、プラズマクリーニングする際、前記立体回路と並列共振させてプラズマを処理室60内に拡散させる共振回路（バンドエリミネータ）61bを設けている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理室内にプラズマ励起電極とサセプタ電極とを設け、該サセプタ電極上に載置した被処理物の表面を前記プラズマ励起電極とサセプタ電極との間に発生させたプラズマにより処理する際、少なくとも前記サセプタ電極および処理室からなる立体回路と直列共振させてプラズマ励起電極とサセプタ電極との間にプラズマを閉じ込め、プラズマクリーニングする際、前記立体回路と並列共振させてプラズマを処理室内に拡散させる共振回路を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 前記共振回路は、前記サセプタ電極と前記処理室の少なくとも一点と接続していることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 前記共振回路が前記処理室の二点以上と接続し、かつこれら接続点が前記サセプタ電極に対し略対称な位置であることを特徴とする請求項 2 記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はプラズマ処理装置に係る。

【0002】

【従来の技術】 従来、プラズマ処理装置としては図 11 に示すものが知られている。

【0003】 従来のプラズマ処理装置は、高周波電源 1 とプラズマ励起電極 4 との間に整合回路が介在している。整合回路はこれら高周波電源 1 とプラズマ励起電極 4 との間のインピーダンスの整合を得るための回路である。

【0004】 高周波電源 1 から的高周波電力は整合回路を通して給電板 3 によりプラズマ励起電極 4 へ供給される。

【0005】 これら整合回路および給電板 3 は導電体からなるハウジング 21 により形成されるマッチングボックス 2 内に収納されている。

【0006】 プラズマ励起電極（カソード電極）4 の下には、多数の孔 7 が形成されているシャワープレート 5 が設けられており、プラズマ励起電極 4 とシャワープレート 5 とで空間 6 が形成されている。この空間 6 にはガス導入管 17 が設けられている。ガス導入管 17 から導入されたガスは、シャワープレート 5 の孔 7 を介してチャンバ壁 10 により形成されたチャンバ室 60 内に供給される。なお、9 はチャンバ壁 10 とプラズマ励起電極（カソード電極）4 とを絶縁する絶縁体である。また、排気系の図示は省略してある。

【0007】 一方、チャンバ室 60 内には基板 16 を載置しプラズマ励起電極ともなるウエハサセプタ（サセプタ電極）8 が設けられておりその周囲にはサセプタシールド 12 が設けられている。ウエハサセプタ 8 及びサセプタシールド 12 はベローズ 11 により上下動可能とな

っており、プラズマ励起電極 4、8 間の距離の調整ができる。

【0008】 ウエハサセプタ 8 には、マッチングボックス 14 内に収納された整合回路を介して第 2 の高周波電源 15 が接続されている。

【0009】 なお、チャンバとサセプタシールド 12 とは直流的に同電位となっている。

【0010】 図 11 において 61a、61b は共振回路でありバンドエリミネータあるいはフィルタとして作用する。

【0011】 例えば、プラズマ励起電極 4 には $f_1 = 13.56 \text{ MHz}$ の高周波電力を供給し、サセプタ電極 8 には $f_2 = 100 \text{ MHz}$ の高周波電力を供給する場合を考える。

【0012】 サセプタ電極 8 に用いられるバンドエリミネータ 61b は図 11 に示すように LC の直列回路であり、

$$2\pi f_2 = 1 / (L_2 C_2)^{1/2}$$

としておくと f_2 の共振周波数で直列共振状態となりインピーダンスが極小となり、 f_2 の高周波のみ選択してサセプタ電極 8 に供給することができ、プラズマはプラズマ励起電極 4 とサセプタ電極 8 との間に閉じこめられた状態で発生させることができる。なお、 $f_1 = 13.56 \text{ MHz}$ に対してはほとんど完全にサセプタ電極 8 はアースに短絡される。

【0013】 図 12 に他の従来のプラズマ処理装置を示す。

【0014】 図 12 に示すプラズマ処理装置ではシャワープレートは使用されておらず、プラズマ励起電極であるカソード電極 4 とウエハサセプタ 8 とが直接対向している。カソード電極 4 の裏面周囲にはシールド 20 が設けられている。他の点は図 11 に示すプラズマ処理装置と同様の構成を有している。

【0015】 従来のプラズマ処理装置においては、バンドエリミネータのインピーダンスは、プラズマをプラズマ励起電極 4 とサセプタ電極 8 との間に効率よく閉じこめて発生させる目的で設計されている。すなわち、主に成膜を効率よく行うべく固定的に設計されている。

【0016】 ところで、成膜時とは異なり、チャンバのクリーニングを行う場合にはプラズマはチャンバ全体に広げて発生させることが好ましい。その際には周波数 f_2 に対するインピーダンスは極大点となるようにすることが好ましい。すなわち、並列共振状態とすることが好ましい。

【0017】 また、 f_2 の値として上記した 100 MHz 以外の周波数を用いたい場合もある。

【0018】 しかるに、従来のプラズマ処理装置ではバンドエリミネータのインピーダンスは使用する周波数に合わせて固定的に設計されているため、チャンバのクリーニングを行いたい場合や別の周波数を用いたい場合に

はバンドエリミネータを別異のものに取り替えてから行わざるを得なかった。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来技術の有する問題点を解決し、使用する周波数に応じてバンドエリミネータを取り替える必要のないプラズマ処理装置を提供することを目的とする。また、バンドエリミネータを取り替えることなくチャンバクリーニングを行うことができるプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明のプラズマ処理装置は、処理室内にプラズマ励起電極とサセプタ電極とを設け、該サセプタ電極上に載置した被処理物の表面を前記プラズマ励起電極とサセプタ電極との間に発生させたプラズマにより処理する際、少なくとも前記サセプタ電極および処理室からなる立体回路と直列共振させてプラズマ励起電極とサセプタ電極との間にプラズマを閉じ込め、プラズマクリーニングする際、前記立体回路と並列共振させてプラズマを処理室内に拡散させる共振回路を設けたことを特徴とする。

【0021】

【実施例】（実施例1）図1に実施例1に係るプラズマ処理装置を示す。

【0022】本発明のプラズマ処理装置は、処理室60内にプラズマ励起電極4とサセプタ電極8とを設け、サセプタ電極8上に載置した被処理物16の表面を前記プラズマ励起電極4とサセプタ電極8との間に発生させたプラズマにより処理する際、少なくともサセプタ電極8および処理室10からなる立体回路と直列共振させてプラズマ励起電極4とサセプタ電極8との間にプラズマを閉じ込め、プラズマクリーニングする際、前記立体回路と並列共振させてプラズマを処理室60内に拡散させる共振回路（バンドエリミネータ）61bを設けている。

【0023】なお、本例では、プラズマ励起電極4側におけるバンドエリミネータ61aにも可変コンデンサを使用しインピーダンスを可変調整可能としてある。ただ、バンドエリミネータ61aは、主に周波数 f_2 の高周波電力がプラズマ励起電極4にのることを防止することを目的として設けられる回路であるため用途によりバンドエリミネータ61a自体は必ずしも設ける必要はなく、また、バンドエリミネータ61aのインピーダンスを可変とすることも必ずしも必要はない。

【0024】また、本例ではバンドエリミネータ61bのサセプタ電極8への接続は対称の位置において複数の点で行われている。

【0025】図1に示すバンドエリミネータは、図2に示すように、可変コンデンサが50～200pFの範囲において周波数が $f_0=40\text{MHz}$ のときにプラズマ処

理装置のインピーダンスが極小値をとるように設計してある。

【0026】 $f_0=40\text{MHz}$ の周波数の高周波電力を高周波電源15からサセプタ電極8に供給して成膜を行ったところプラズマはプラズマ励起電極4とサセプタ電極8との間に閉じ込められていた。

【0027】成膜終了後、インピーダンスが極大値となる f_0 の周波数において共振（並列共振）が生じるように可変コンデンサにより C_2 の値を変えてチャンバのクリーニングを行った。すなわち、サセプタ電極8とチャンバ壁10との間には寄生容量 C_1 が存在し、また、シャフト13にはそれに寄生する L_1 が存在するためチャンバはそれに寄生する C_1 および L_1 を有しており、これらがサセプタ電極および処理室からなる立体回路を構成しており、全体の回路は図1（b）に示す回路となる。この回路において C_2 を変化させることにより並列共振を生じさせた。その結果プラズマはチャンバ内全体に及んでいた。

【0028】（実施例2）図3に実施例2に係るプラズマ処理装置を示す。本例ではバンドエリミネータは61b、61b'の2個を対称に2個設けてある。

【0029】本例では、複数のバンドエリミネータ61b、61b'を設けてあり、また、バンドエリミネータ61bとバンドエリミネータ61b'とは対称に設けてあるため高周波電力をサセプタ電極8に均一に供給することができる。他の点は実施例1と同様である。

【0030】（実施例3）図4に実施例3に係るプラズマ処理装置を示す。本例は、図12に示す従来例において、実施例2において示したバンドエリミネータ61a、61a'と61b、61b'を設けた例である。他の点は実施例1と同様である。

【0031】（実施例4）図5に実施例4に係るプラズマ処理装置を示す。図6は図5のサセプタ電極8近傍の拡大図である。

【0032】本例のプラズマ処理装置は、実施例1に示した装置に加え、さらに、チャンバ壁10と、チャンバと直流的に同電位である電極のシールド12との間を金属プレート80a、80bにより交流的に短絡している。

【0033】本例のプラズマ処理装置においては、高周波電力は、高周波電源1から同軸ケーブル、整合回路、給電板3、プラズマ励起電極（カソード電極）4に供給される。この点は従来のプラズマ処理装置と同様である。一方、高周波電流の経路を考えた場合、電流はこれらを介してプラズマ空間（チャンバ室60）を経由した後、さらにもう一方の電極（サセプタ電極）8、シールド12の水平部、金属プレート80a、80b、チャンバ壁10の底部10b、チャンバ壁10の側壁10aを通る。その後、マッチングボックス2のハウジングを通り、高周波電源1のアースに戻る。

【0034】従来のプラズマ処理装置においては、高周波電流はシールド12の垂直部を通っていた。基板16のサイズが大きくなるとシールド12とチャンバ側壁との間の距離が必然的に大きくなる。シールド12とチャンバ側壁10sとをそれぞれ流れる高周波電流同士により生じる相互インダクタンスはその間の距離が大きくなると大きくなり電力消費効率は低下するため、従来のプラズマ処理装置では大きなサイズの基板に対しては電力消費効率は低くならざるを得なかった。

【0035】しかるに、本例に係るプラズマ処理装置では、高周波電流は、シールド12の垂直部よりもチャンバ側壁10sに近い金属プレート80a, 80bを通るため相互インダクタンスの発生を著しく低減させ電力消費効率が著しく高めることができる。

【0036】図5に示す装置では図11に示す装置よりも電力消費効率は2倍近く向上させることができる。また、図5に示す装置ではサセプタインピーダンスの周波数依存性が少ない。図5に示す装置のサセプタインピーダンスを図7に示す。

【0037】図7からわかるように本例に係るプラズマ処理装置ではサセプタインピーダンスは従来例に係るプラズマ処理装置より極めて小さくまた、周波数依存性が少ない。図2と比べるとわかるように極小値を示す周波数範囲が広い。

【0038】（実施例5）図8に実施例5に係るプラズマ処理装置を示す。実施例1から実施例4まではプラズマ励起電極4とサセプタ電極8とに高周波電力を供給するいわゆる二周波励起タイプのプラズマ処理装置であるが、本例は、プラズマ励起電極4にのみ高周波電力を供給する一周波励起タイプのプラズマ処理装置である。また、本例はベローズを設けていない例である。また、バンドエリミネータは一点接続されている。

【0039】他の点は実施例1ないし実施例4と同様である。本例でも、バンドエリミネータには可変コンデンサを設けているためサセプタ電極8を移動させずとも可変コンデンサにより並列共振点を選択すればチャンバ（処理室）全体にプラズマを広げることができ、従って、ベローズを設けずともチャンバのクリーニングが可能となる。なお、実施例1から実施例4においてはベローズを設けてあるがチャンバクリーニングのためにはベローズを使用せずともチャンバのクリーニングが可能である。

【0040】（実施例6）図9に実施例6に係るプラズマ処理装置を示す。本例が実施例5と異なる点は、バンドエリミネータを対称に二点接続した点である。他の点は実施例5と同様である。本例では、チャンバクリーニング時に実施例5よりも均一なプラズマをチャンバ内に発生させることができ、均一なクリーニングができた。

【0041】（実施例7）図10に実施例7に係るプラズマ処理装置を示す。本例もいわゆる二周波励起タイプ

のプラズマ処理装置である。本例が実施例1と異なる点は、ベローズを設けていない点と、サセプタシールド12をチャンバ壁10とを接触させている点である。他の点は実施例1と同様である。なお、上記実施例ではコンデンサを可変とする場合を示したが、コイルを可変として直列共振、並列共振を起こしてもよいことはいうまでもない。

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、使用する周波数に応じてバンドエリミネータを取り替える必要のないプラズマ処理装置を提供することを目的とする。また、バンドエリミネータを取り替えることなくチャンバクリーニングを行うことができるプラズマ処理装置を提供することができる。また、ベローズを用いずともチャンバ内のプラズマクリーニングが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に係るプラズマ処理装置の断面図である。

【図2】図1のプラズマ処理装置の周波数とインピーダンスとの関係を示すグラフである。

【図3】実施例2に係るプラズマ処理装置の断面図である。

【図4】実施例3に係るプラズマ処理装置の断面図である。

【図5】実施例4に係るプラズマ処理装置の断面図である。

【図6】図5のサセプタ電極近傍の拡大図である。

【図7】図5のプラズマ処理装置の周波数とインピーダンスとの関係を示すグラフである。

【図8】実施例5に係るプラズマ処理装置の断面図である。

【図9】実施例6に係るプラズマ処理装置の断面図である。

【図10】実施例7に係るプラズマ処理装置の断面図である。

【図11】従来例に係るプラズマ処理装置の断面図である。

【図12】従来例に係るプラズマ処理装置の断面図である。

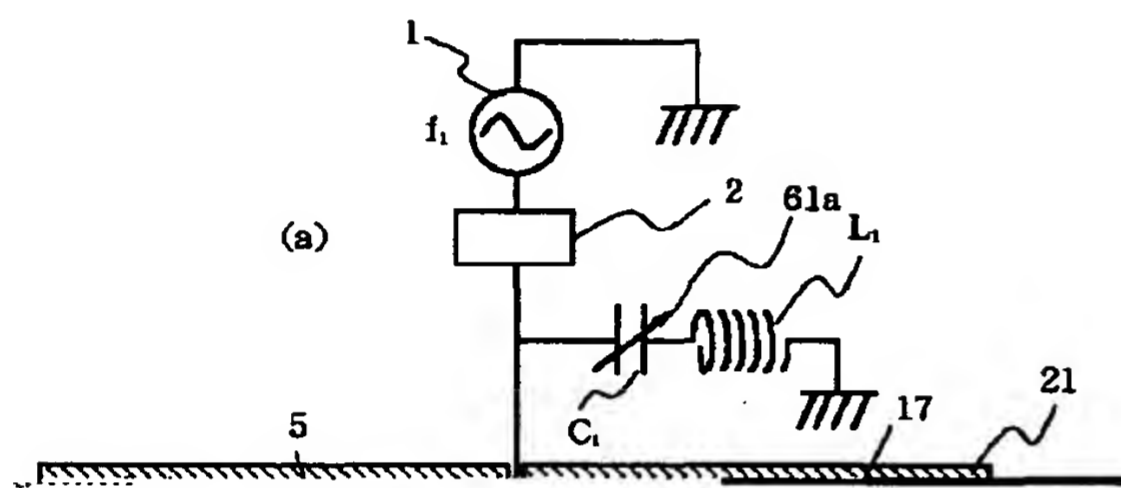
【符号の説明】

- 1 高周波電源、
- 2 マッチングボックス、
- 3 給電板、
- 4 プラズマ励起電極（カソード電極）、
- 5 シャワープレート、
- 6 空間、
- 7 孔、
- 8 プラズマ励起電極（ウエハサセプタ、サセプタ電極）、
- 9 絶縁体、

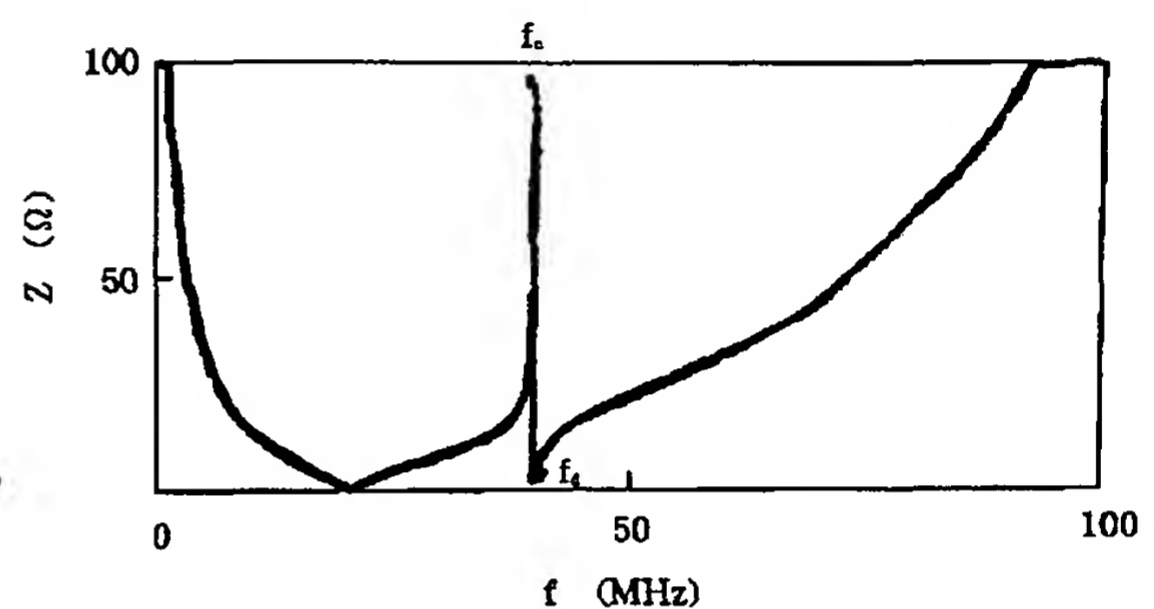
10 チャンバ壁、
 10a チャンバ側壁、
 10b チャンバ壁底部、
 10s チャンバ側壁、
 10u チャンバ上部、
 11 ベローズ、
 12 サセプタシールド、
 13 シャフト、
 14 マッチングボックス、
 15 高周波電源、

16 基板、
 17 ガス導入管、
 20 シールド、
 21 ハウジング、
 60 チャンバ室、
 61a, 61a' 共振回路 (バンドエリミネータ)、
 61b, 61b' 共振回路 (バンドエリミネータ)、
 80a, 80b 金属プレート、
 A1, A2 短絡点
 B1, B2 短絡点。

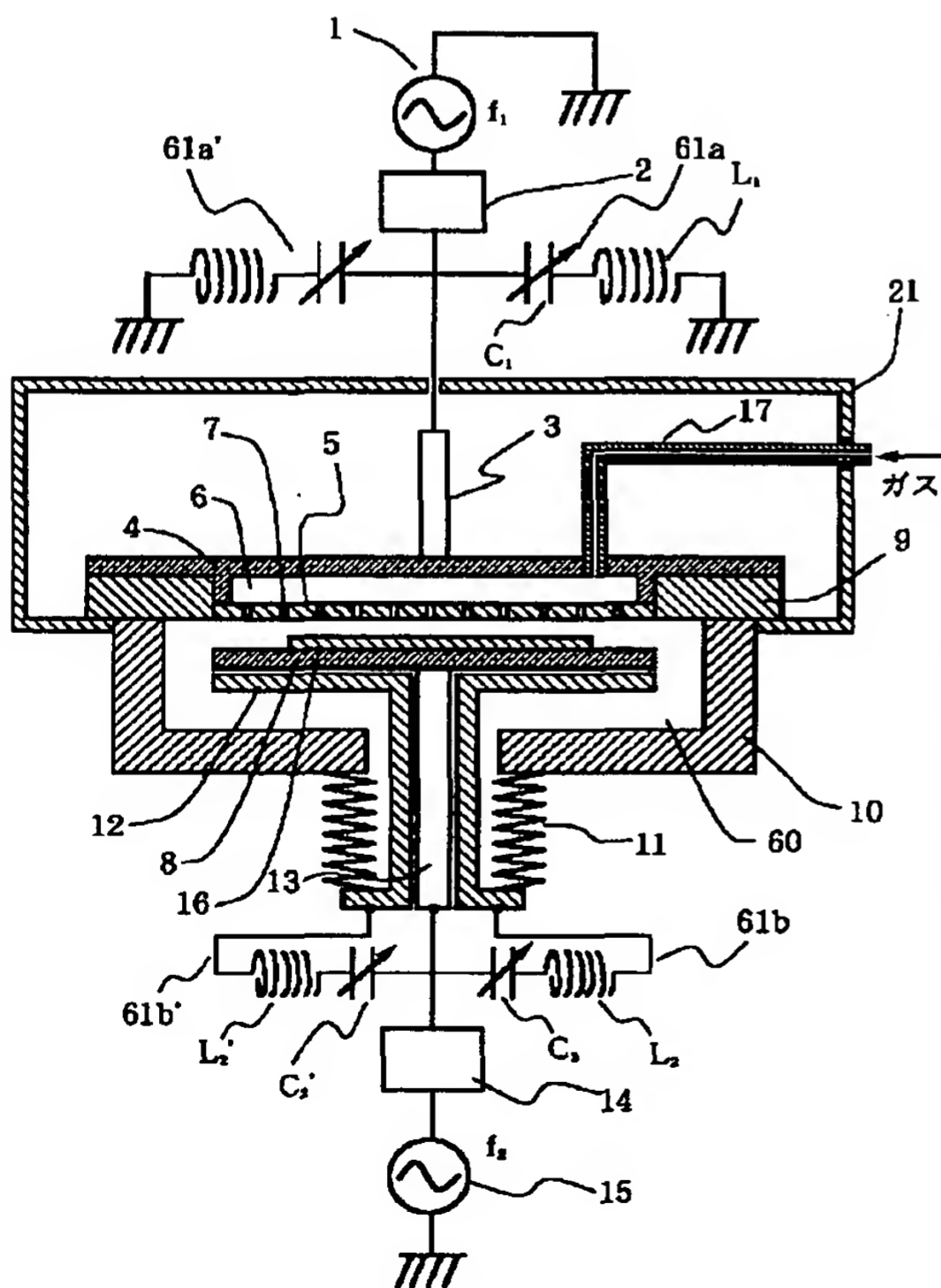
【図 1】



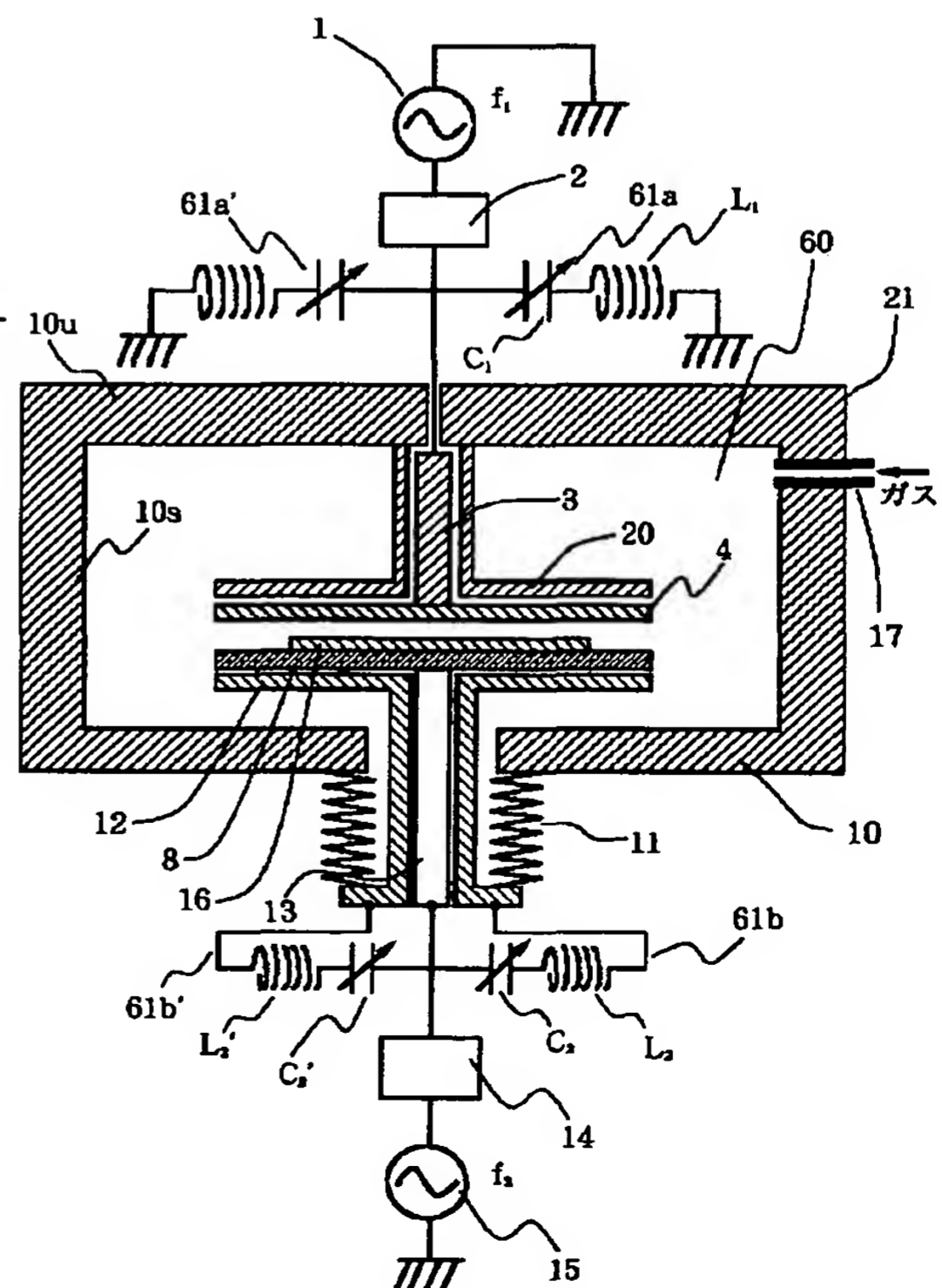
【図 2】



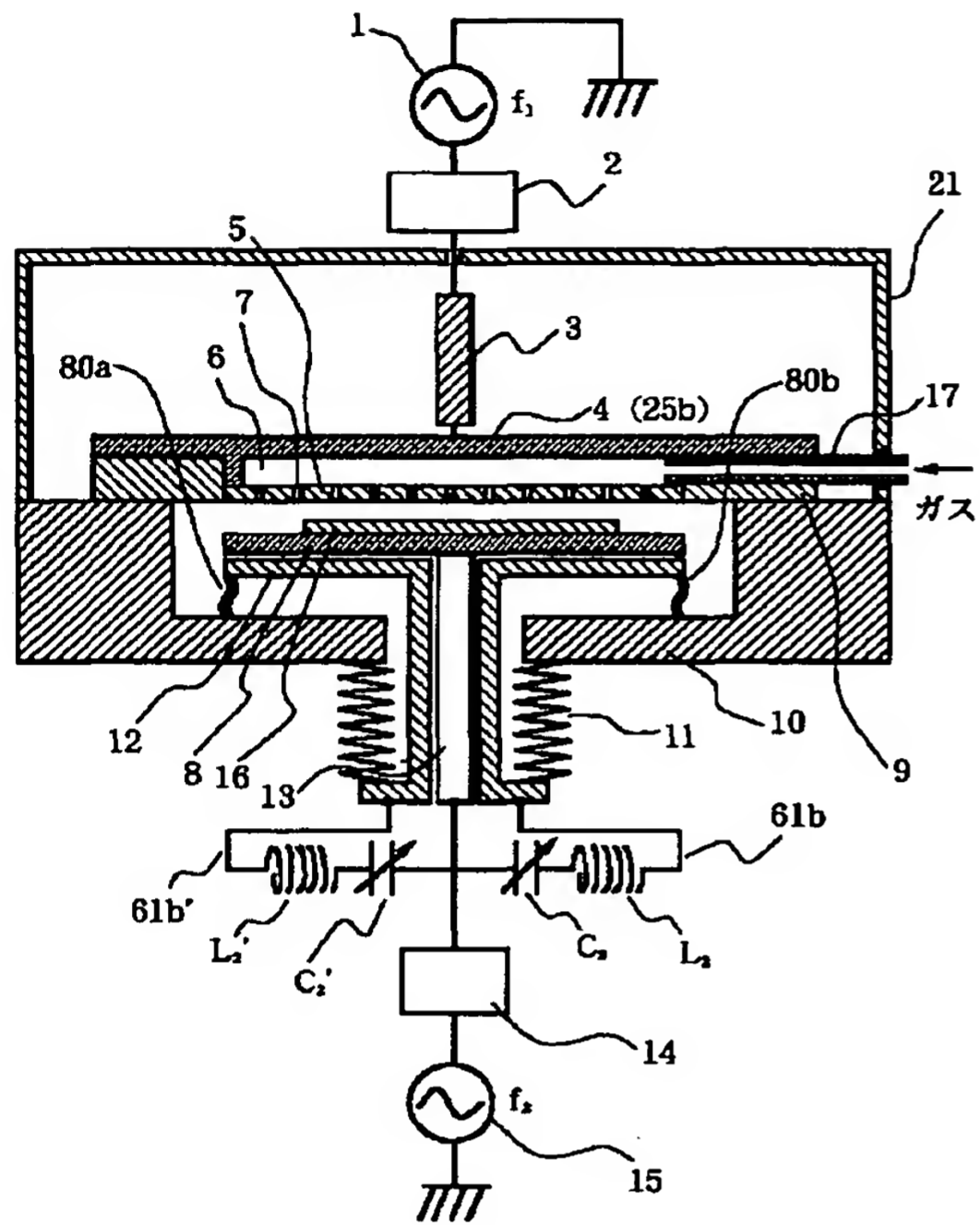
【図 3】



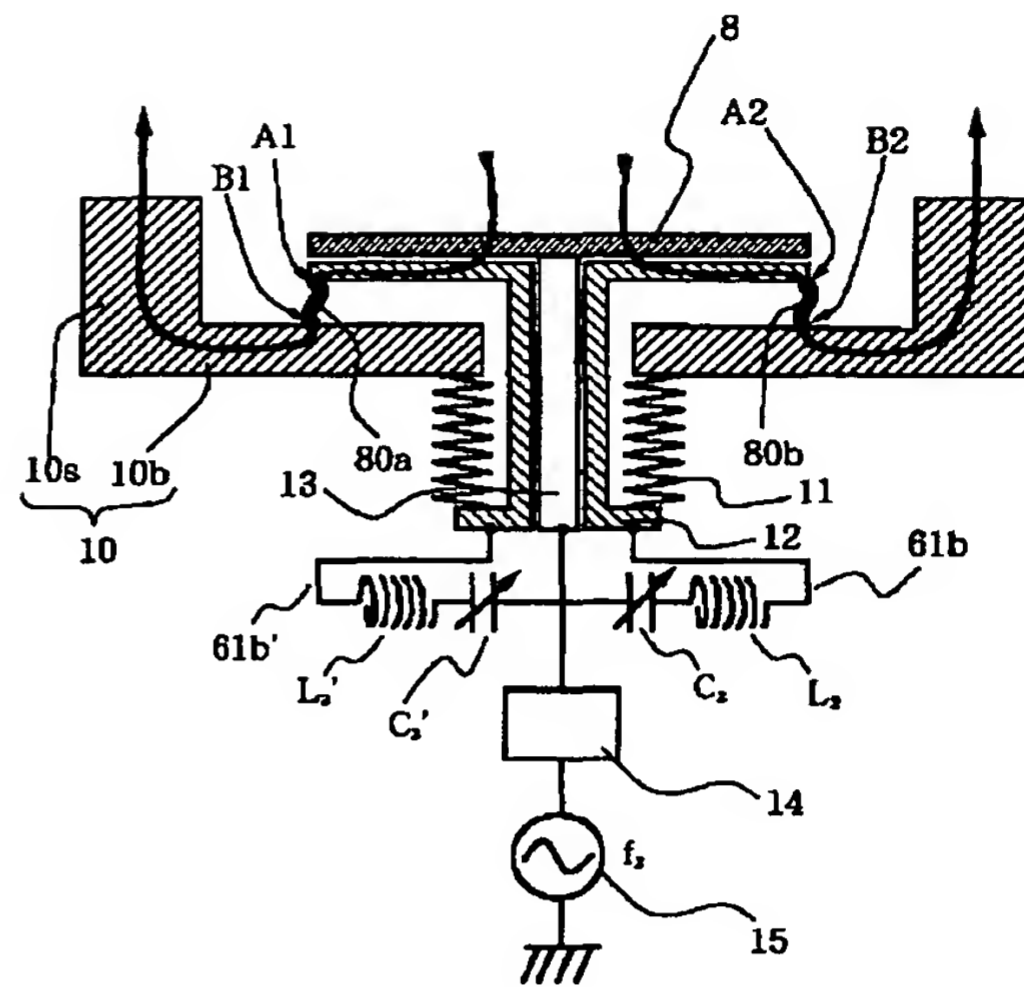
【図 4】



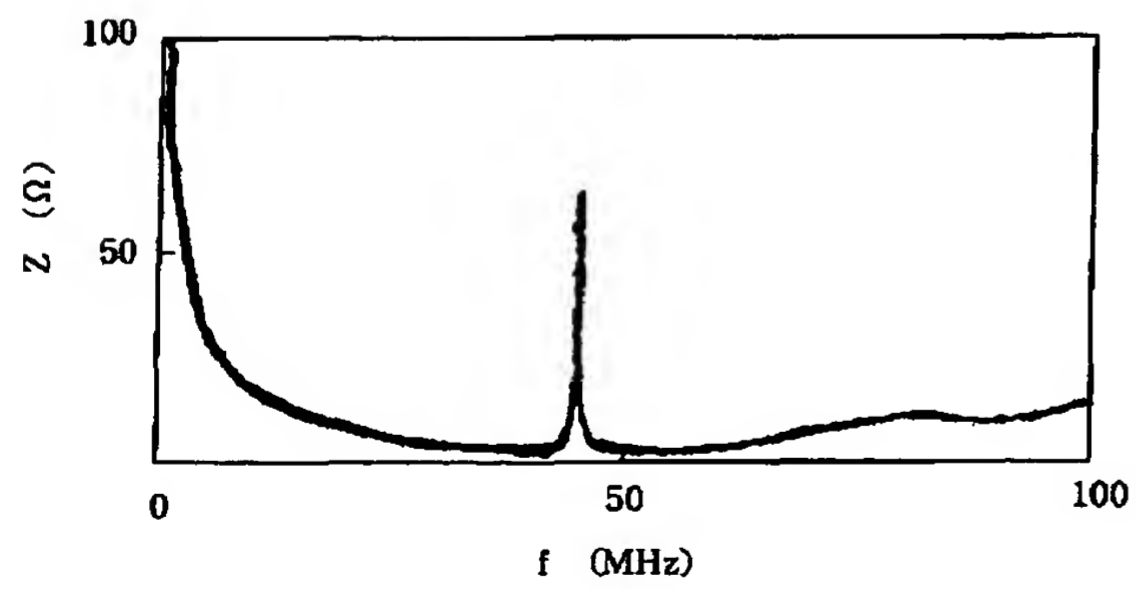
【図 5】



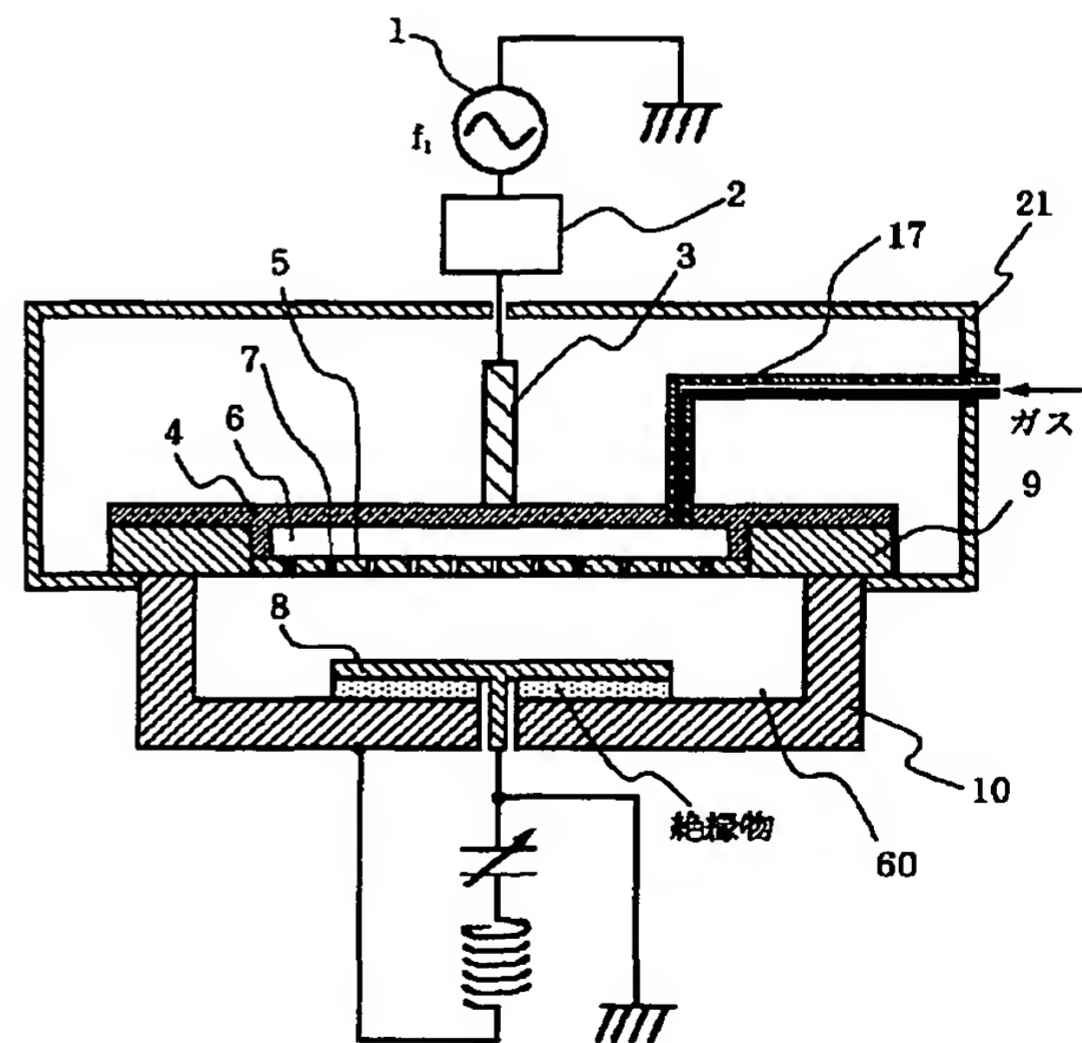
【図 6】



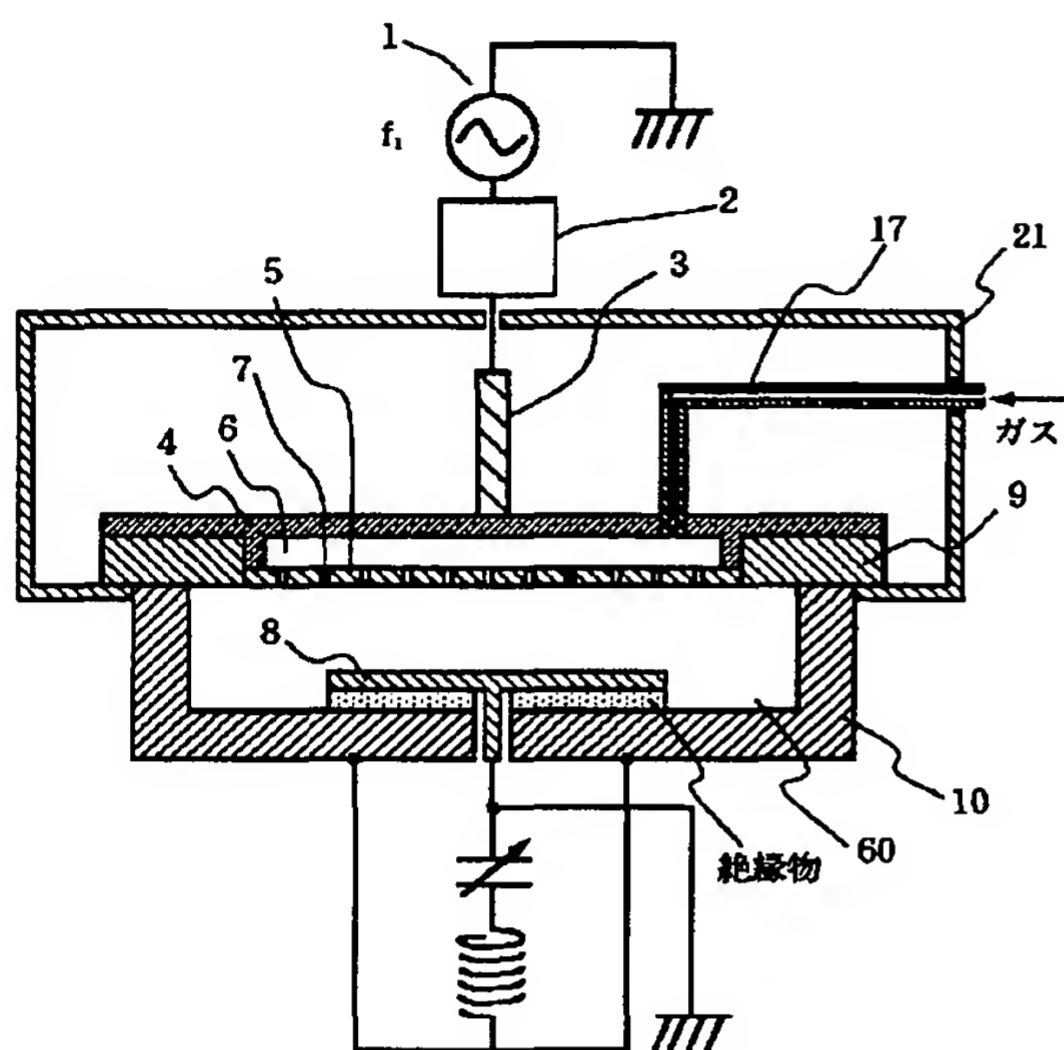
【図 7】



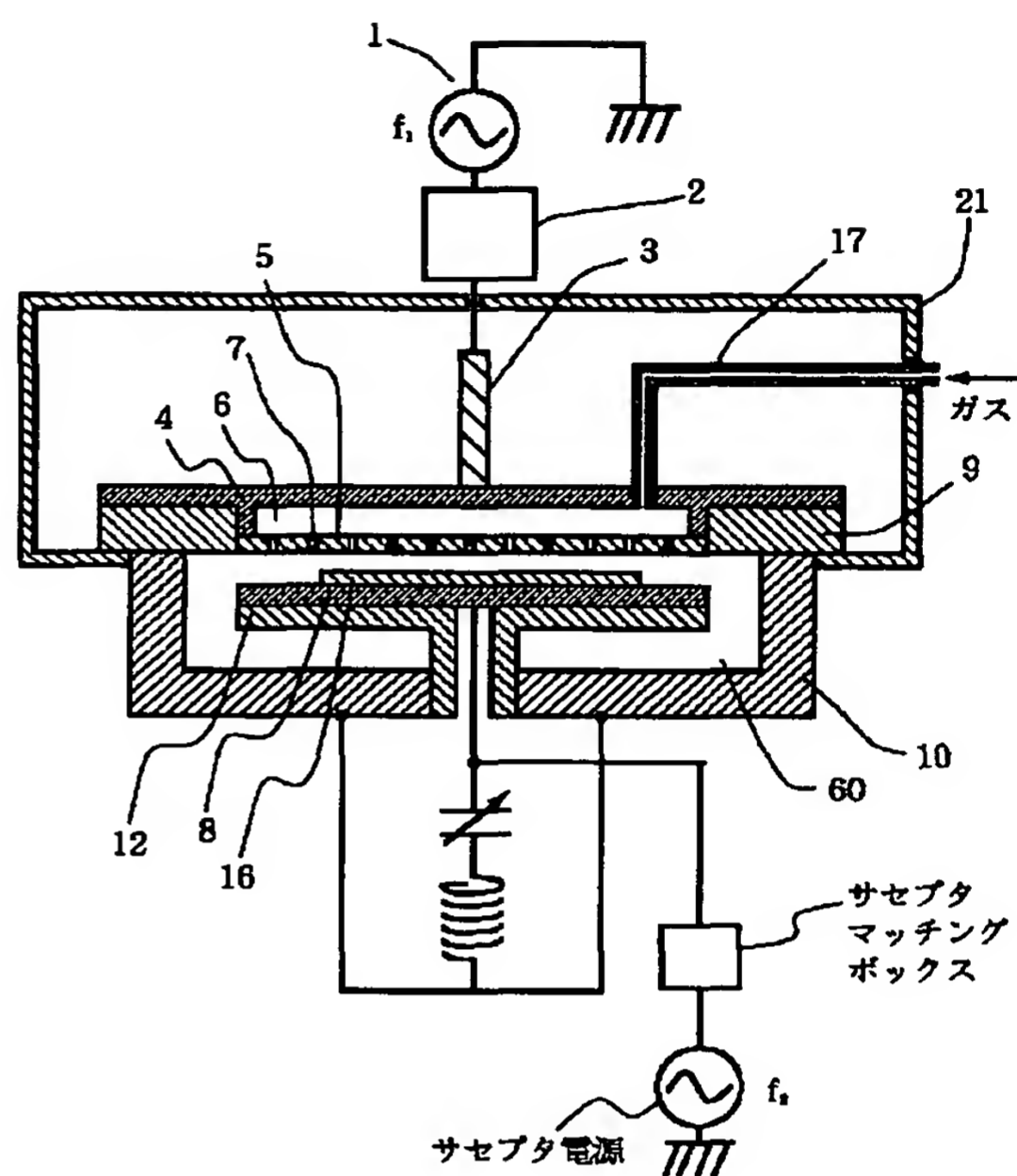
【図 8】



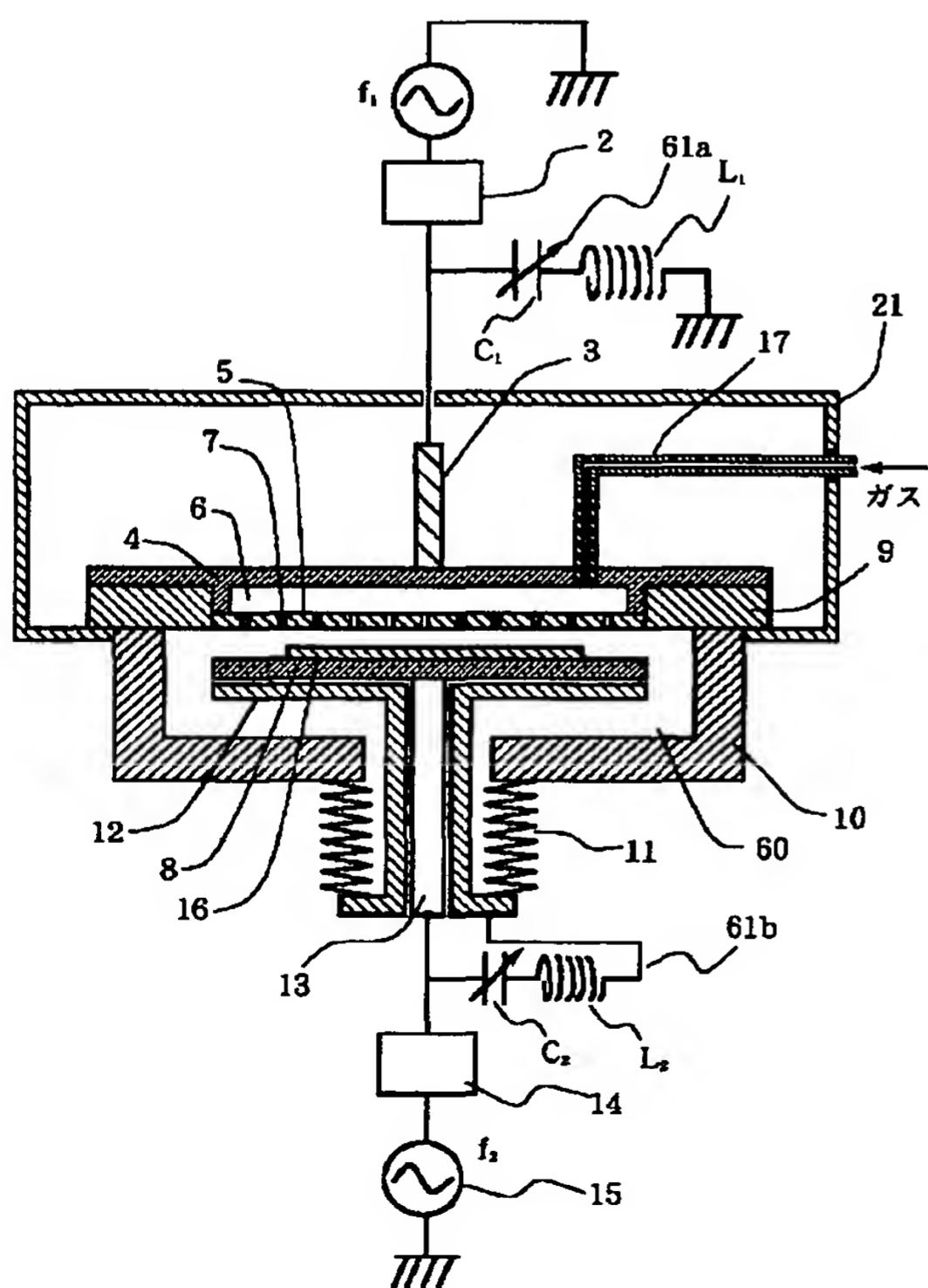
【図 9】



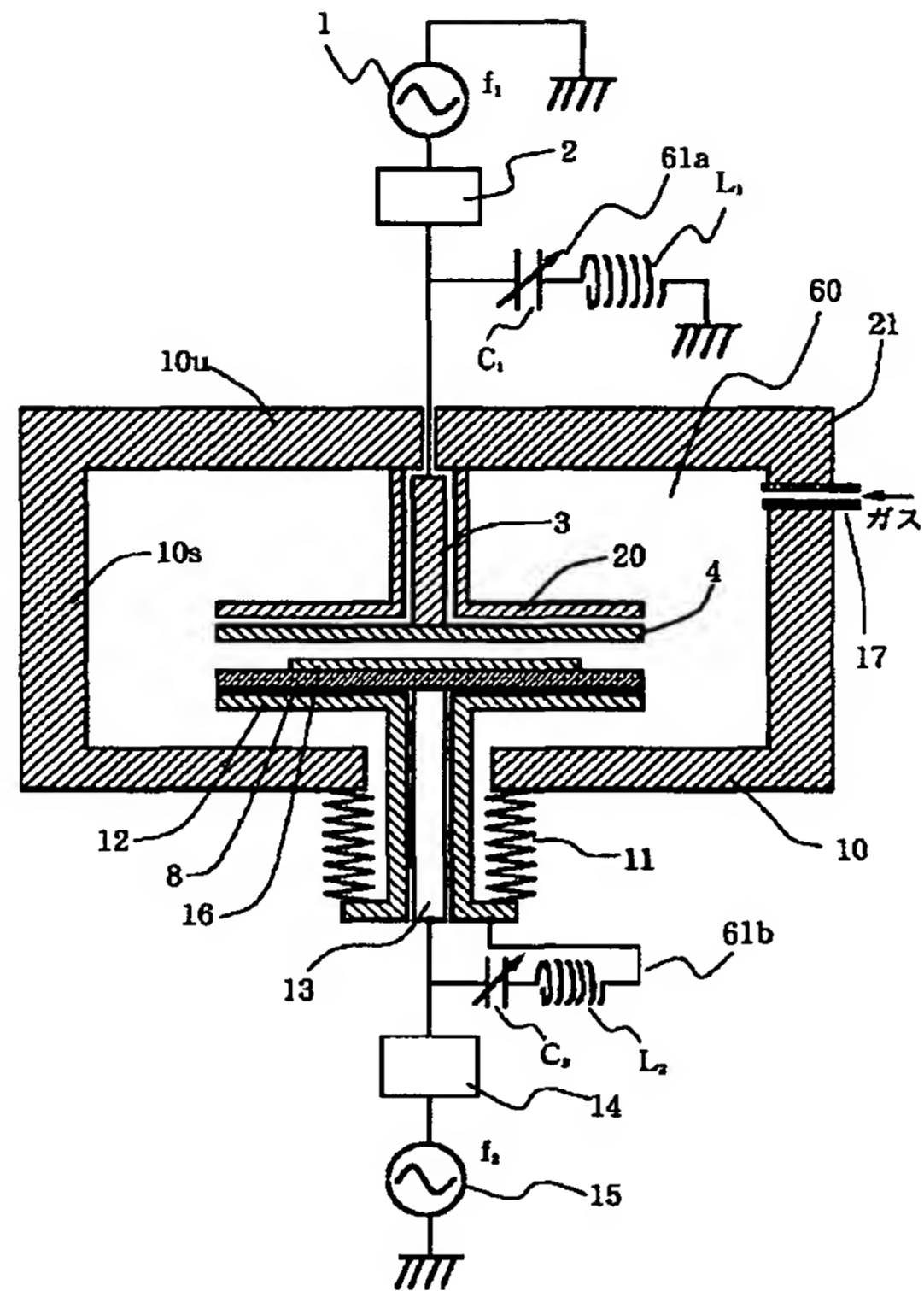
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 仲野 陽

宮城県仙台市泉区明通 3-31 株式会社フロ
ンテック内

(72)発明者 金 聖哲

宮城県仙台市泉区明通 3-31 株式会社フロ
ンテック内

(72)発明者 福田 航一

宮城県仙台市泉区明通 3-31 株式会社フロ
ンテック内

(72)発明者 笠間 泰彦

宮城県仙台市泉区明通 3-31 株式会社フロ
ンテック内

(72)発明者 小野 昭一

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号アルプス
電気株式会社内

(72)発明者 大見 忠弘

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2-1-17-
301